

УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В НЕПРОЕКТНЫХ УСЛОВИЯХ ПОСЛЕ АВАРИИ НА САЯНО-ШУШЕНСКОЙ ГЭС



БЕДНАРУК С.Е.

Центр Регистра и Кадастра, Москва, Россия



Схема гидроузлов и водохранилищ Ангаро-Енисейского каскада гидроэлектростанций.





ПРОФИЛЬ АНГАРО-ЕНИСЕЙСКОГО КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ

САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ГУ
539

НПУ - 539,0 м
УМО - 500,0 м
МНУ - 500,0 м
W плн - 30,7 куб.км
W плз - 14,7 куб.км
Q спс - 13300 куб.м/с

МАЙНСКИЙ ГУ
324

НПУ - 324,0 м
УМО - 319/322,5 м
МНУ - 319,0 м
W плн - 0,09 куб.км
W плз - 0,05 куб.км
Q спс - 13300 куб.м/с

КРАСНОЯРСКИЙ ГУ
243

НПУ - 243,0 м
УМО - 225,0 м
МНУ - 230,0 м
W плн - 73,3 куб.км
W плз - 30,4 куб.км
Q спс - 20600 куб.м/с

АНГАРА

0 100 200 300 400 500
0 500 1000 1500

ЕНИСЕЙ

БОГУЧАНСКИЙ ГУ
208

НПУ - 296,0 м
УМО - 294,5 м
МНУ - 294,5 м
W плн - 58,9 куб.км
W плз - 2,7 куб.км
Q спс - 13900 куб.м/с

УСТЬ-ИЛИМСКИЙ ГУ
296

БРАТСКИЙ ГУ
402,0

НПУ - 402,0 м
УМО - 392,0 м
МНУ - 395,0 м
W плн - 169,3 куб.км
W плз - 48,2 куб.км
Q спс - 9980 куб.м/с

ИРКУТСКИЙ ГУ
457
о.Байкал

НПУ - 457,0 м
УМО - 455,54 м
W плн - 63 куб.км
W плз - 46,0 куб.км
Q спс - 7040 куб.м/с

0 100 200 300 400 500
200 400 600 1400 1600 1800

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ГУ -Гидроузел
НПУ -нормальный подпорный уровень
УМО - уровень мертвого объема

МНУ - минимальный навигационный уровень
Wплн - полный объем
Wплз - полезный объем

Qспс - суммарная пропускная способность гидроузла
* - проектные данные





Саяно-Шушенский гидроузел. Вид из космоса (до аварии)



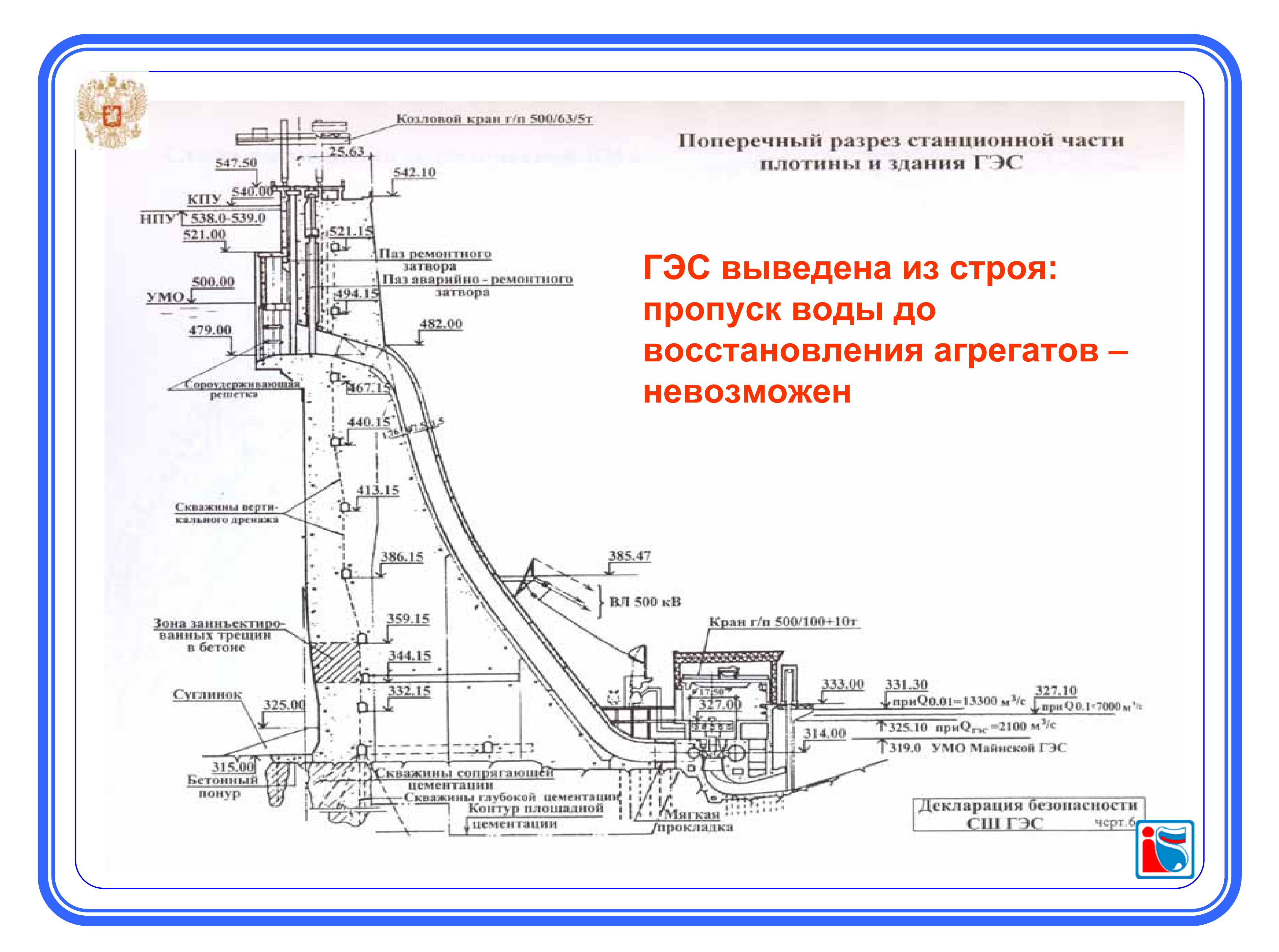


Отметка гребня, м	547
Макс. строительная высота, м	245
Длина по гребню, м	1074
Ширина по подошве, м	106
Ширина по гребню, м	25
Полезный объем водохранилища, км3	14,7

Саяно-Шушенский гидроузел (до аварии)







ГЭС выведена из строя: пропуск воды до восстановления агрегатов – невозможен



Поперечный разрез водосбросной части плотины и водобойного колодца

Козловой кран г/п 500/63/5т
25.63
542.10
538.0-539.0
НПУ
540.00
ФПУ
537.00
521.15
Паз аварийно-ремонтного затвора
Аэрационная галерея
Раздельный устой
500.00
УМО
494.15
Эксплуатационный водосброс
487.60
Металлическая облицовка
479.00
467.15
Паз рабочего колесного затвора
440.15
413.15
1-1
Правобережная подпорная стенка
Водобойная стенка
330.00
327.10
331.30
319.0

Единственная возможность осуществления сбросов воды из водохранилища

Строительный водосброс 2-го яруса
383.15
Зона заинъектированных трещин в бетоне
359.15
344.15
Строительный водосброс 1-го яруса
357.00
336.00
326.00
314.00
311.30
307.50
316.00
Раздельный устой
338.00
Водобойная стенка
333.00
330.00
321.00
331.30
при Q0.01=13300 м³/с
327.10
при Q0.1%=7000 м³/с
325.10 при QГЭС =2100 м³/с
319.0
УМО Майнской ГЭС
Рисберма
307.00
300.00
Бетонный понур
Скважины сопрягающей цементации
Скважины глубокой цементации
280.00
Площадная цементация
Скважины глубокого дренажа
Зона установки предварительно напряженных и пассивных анкеров
Зона пассивных анкеров

Условия пропуска через гидроузел максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков

Вероятность превышения, %	Отметка УВБ при открытии водосброса, м	Максимальные расходы, м³/с				Максимальные уровни водохранилища, м
		естественный приток	сбросные			
			ГЭС	водосброс	суммарные	
Весеннее половодье (01.05-30.06)						
0.01+Δ	523.0	23900	2100	11200	13300	539.7
0.1	523.0	17600	2100	4900	7000	537.8
1.0	523.0	13500	2100	4900	7000	535.0
Дождевые паводки июль						
0.01+Δ	535.0	15200	2100	11200	13300	539.5
0.1	535.0	11500	2100	4900	7000	539.1
1.0	535.0	9025	2100	4900	7000	538.7
август						
0.01+Δ	538.0	9600	2100	6100	8200	539.0
0.1	538.0	8200	2100	4900	7000	538.2
1.0	537.5	6270	2100	4170	6270	537.5

Декларация безопасности СШ ГЭС черт.5.



План Саяно-Шушенского гидроузла

Эксплуатационный водосброс

N
NW
NE
W
E
SW
SE
S

НПУ - 540.00





Эксплуатационный водосброс СШГУ с 11 глубинными отверстиями, с отметкой порога на входе 479,0 м (при отметке УМО водохранилища 500,0 м и НПУ 539,0 м) был запроектирован на пропуск максимального зарегулированного расхода вероятностью превышения 0,01% - 13300 куб.м/с. Однако, после ввода водосброса в эксплуатацию имели место масштабные разрушения бетонных плит дна водобойного колодца при пропуске паводков 1985 и 1988 года расходами 4400-4500 куб.м/с (около 40 % от проектной расчетной величины). Пропуск половодья 2006 года, проводился в специальном режиме, предусматривающем поэтапное увеличение сбросных расходов с их равномерным и симметричным относительно оси водобойного колодца распределением по водосбросному фронту. Но и в этом случае, при максимальных сбросных расходах через водосброс 5260-5270 куб.м/с, имели место отдельные локальные повреждения поверхности бетонных блоков плиты водобоя и концевых участков лотков водосбросных секций различной глубины и площади. Следует также отметить, что продолжительность работы водосброса составляла менее 80 суток и только в летнее время.



Водобойный колодец – наиболее проблемная часть эксплуатационного водосброса





МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ РОССИИ

2003-10 Волга

2008-09 Лена

2008-09 Енисей

2009 Амур

2009-10 Кубань

2010 Обь

Перспективы:

Оперативные модели для всех основных речных бассейнов России





Схема модели Ангаро-Енисейского каскада водохранилищ

Енисейск
712
Татарка
807
р. Ангара
Стрелка
711
Казачинская
710
Атаманово
709
Красноярск
708
Дивногорск
707
Красноярское вдхр.
706
Подсинее
705
Шушенское
704
р. Енисей
Никитино
703
Маинское вдхр.
702
Саяно-Шушенское вдхр.
701
Богучаны
806
Кежма
805
Усть-Илимское вдхр.
804
Братское вдхр.
803
р. Ангара
802
Иркутск
Байкал
801

Водохранилищ - 6
Общий объем - 142.6 km^3
Гидроэлектростанций - 6
Расчетных участков - 19





РАСЧЕТЫ РЕЖИМА РАБОТЫ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ГИДРОУЗЛА (В ПЕРИОД ОКТЯБРЬ 2009 – АПРЕЛЬ 2010) ПРИ ПОЛНОМ ЗАКРЫТИИ ВОДОСБРОСА

(выполнялись в начале октября)

Параметры:

с 11 по 31 октября - 3000-3300 куб.м/с (не выполнено в 3-ей декаде октября – факт 2200);

с 1 по 10 ноября – 2900-3000 куб.м/с (по факту будет около 2000);

с 11 по 20 ноября - открытие 11 секций водосброса на ½ ступени;

с 21 ноября полное закрытие отверстий водосброса при фильтрации через сооружения 9-14 куб.м/с

с 1 января – дополнительно работа на холостом ходу агрегата №6 (+40 куб.м/с);

с 1 апреля – дополнительно работа на холостом ходу агрегата №5 (+80 куб.м/с)





ЦЕНТР регистра и кадастра

Режим работы Саяно-Шушенского гидроузла в период август - апрель



(октябрь+1дек.ноября 3000-3300 м3/с; 2 дек.ноября 11 секций х 1,2 м; далее водосброс закрыт + 1 агрегат х/х с 01.01.10 + 1 агр. х/х с 01.04.10)

Расходы, куб.м/с

Уровни, мБС

приток среднедекад., м3/с
сброс среднедекад., м3/с
уровень на конец декады

	авг1	авг2	авг3	сен1	сен2	сен3	окт1	окт2	окт3	ноя1	ноя2	ноя3	дек1	дек2
приток среднедекад., м3/с	2948	2539	2833	2400	2345	2484	2129	1827	1352	900	700	500	443	428
сброс среднедекад., м3/с	2269	2150	2878	2788	2142	3042	3155	3063	3114	2943	1030	12	12	12
уровень на конец декады	536,98	537,59	537,47	536,91	537,22	536,3	534,73	532,77	529,68	525,35	524,76	525,72	526,7	527,51

	дек3	янв1	янв2	янв3	фев1	фев2	фев3	мар1	мар2	мар3	апр1	апр2	апр3
приток среднедекад., м3/с	413	397	381	365	340	328	316	311	371	431	562	692	824
сброс среднедекад., м3/с	12	52	52	52	52	52	52	52	53	53	93	93	93
уровень на конец декады	528,5	529,17	529,92	530,43	530,94	531,32	531,7	532,05	532,6	533,21	533,98	534,88	536,06



ЦЕНТР регистра и кадастра

Режим работы Саяно-Шушенского гидроузла в период август 2009 - апрель 2010

Водность ноябрь-апрель: 2006-07

(октябрь+1дек.ноября 3000-3300 м3/с; 2 дек.ноября 11 секций х 1,2 м; далее водосброс закрыт + 1 агрегат х/х с 01.01.10 + 1 агр. х/х с 01.04.10)

Расходы, куб.м/с — Уровни, мБС

- приток среднедекад., м3/с
- сброс среднедекад., м3/с
- уровень на конец декады

	авг1	авг2	авг3	сен1	сен2	сен3	окт1	окт2	окт3	ноя1	ноя2	ноя3	дек1
приток среднедекад., м3/с	2948	2539	2833	2400	2345	2484	2129	1827	1352	916	766	616	552
сброс среднедекад., м3/с	2269	2150	2878	2788	2142	3042	3155	3063	3114	2948	1033	12	12
уровень на конец декады	536,98	537,59	537,47	536,91	537,22	536,3	534,73	532,77	529,68	525,38	524,91	526,12	527,33

	дек2	дек3	янв1	янв2	янв3	фев1	фев2	фев3	мар1	мар2	мар3	апр1	апр2	апр3
приток среднедекад., м3/с	482	412	452	492	532	487	437	387	405	425	445	750	1070	1390
сброс среднедекад., м3/с	12	12	52	52	52	53	53	53	53	53	53	93	93	93
уровень на конец декады	528,26	529,25	530,01	530,76	531,53	532,27	532,81	533,28	533,79	534,42	535,05	536,12	537,61	539,67



ЦЕНТР
регистра
и кадастра

Режим работы Саяно-Шушенского гидроузла в период август 2009 - апрель 2010



(октябрь+1дек.ноября 3000-3300 м3/с; 2 дек.ноября 11 секций х 1,2 м; далее водосброс закрыт + 1 агрегат х/х с 01.01.10 + 1 агр. х/х с 01.04.10)

Расходы, куб.м/с

5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0

Уровни, мБС

540
535
530
525
520
515
510
505
500
495
490

приток среднедекад., м3/с
сброс среднедекад., м3/с
уровень на конец декады

	авг1	авг2	авг3	сен1	сен2	сен3	окт1	окт2	окт3	ноя1	ноя2	ноя3	дек1
приток среднедекад., м3/с	2948	2539	2833	2400	2345	2484	2129	1827	1352	670	570	470	320
сброс среднедекад., м3/с	2269	2150	2878	2788	2142	3042	3155	3063	3114	2934	1017	12	12
уровень на конец декады	536,98	537,59	537,47	536,91	537,22	536,3	534,73	532,77	529,68	524,89	524,04	524,94	525,66

	дек2	дек3	янв1	янв2	янв3	фев1	фев2	фев3	мар1	мар2	мар3	апр1	апр2	апр3
приток среднедекад., м3/с	310	300	291	281	271	260	247	234	220	222	224	225	235	245
сброс среднедекад., м3/с	12	12	52	52	52	52	52	52	52	52	52	92	92	92
уровень на конец декады	526,22	526,96	527,4	527,94	528,39	528,89	529,25	529,6	529,91	530,24	530,49	530,74	530,92	531,2



ВЫВОДЫ

1. К КОНЦУ ЗИМЫ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПРИ ЛЮБЫХ УСЛОВИЯХ ВОДНОСТИ БУДЕТ ЗАПОЛНЕНО ПРАКТИЧЕСКИ ПОЛНОСТЬЮ (от 532 до ФПУ 540 мБС), что недопустимо по условиям пропуска весеннего половодья;
2. МАЙНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ВПЕРВЫЕ ЗА ИСТОРИЮ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОЛНОСТЬЮ ЗАМЕРЗНЕТ;
3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НА УЧАСТКЕ ЕНИСЕЯ ОТ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ГИДРОУЗЛА ДО КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НЕПРЕДСКАЗУЕМЫ;
4. РЕЗКОЕ ОТКРЫТИЕ СБРОСОВ ЧЕРЕЗ САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ГИДРОУЗЕЛ ВЕСНОЙ 2010 ГОДА ПРАКТИЧЕСКИ ГАРАНТИРОВАНО ПРИВЕДЕТ К ЗАТОПЛЕНИЯМ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ.





ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОДО-ВОЗДУШНОГО ОБЛАКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ВОДОСБРОСА





Вид водо-воздушного облака при открытии всех 11 отверстий на 2 ступень (расход 3575 куб.м/с при уровне верхнего бьефа 536,85 м)





Вид водо-воздушного облака при открытии всех 11 отверстий на 1 ступень (расход 2310 куб.м/с при уровне верхнего бьефа 536,73 м)





Вид водо-воздушного облака при открытии всех 5 отверстий на 1 ступень (расход 1050 куб.м/с при уровне верхнего бьефа 536,73 м)





Вид водо-воздушного облака при открытии всех 4 отверстий на 1 ступень и 1 отверстия на ½ ступени (~1 м)





ВЫВОД:

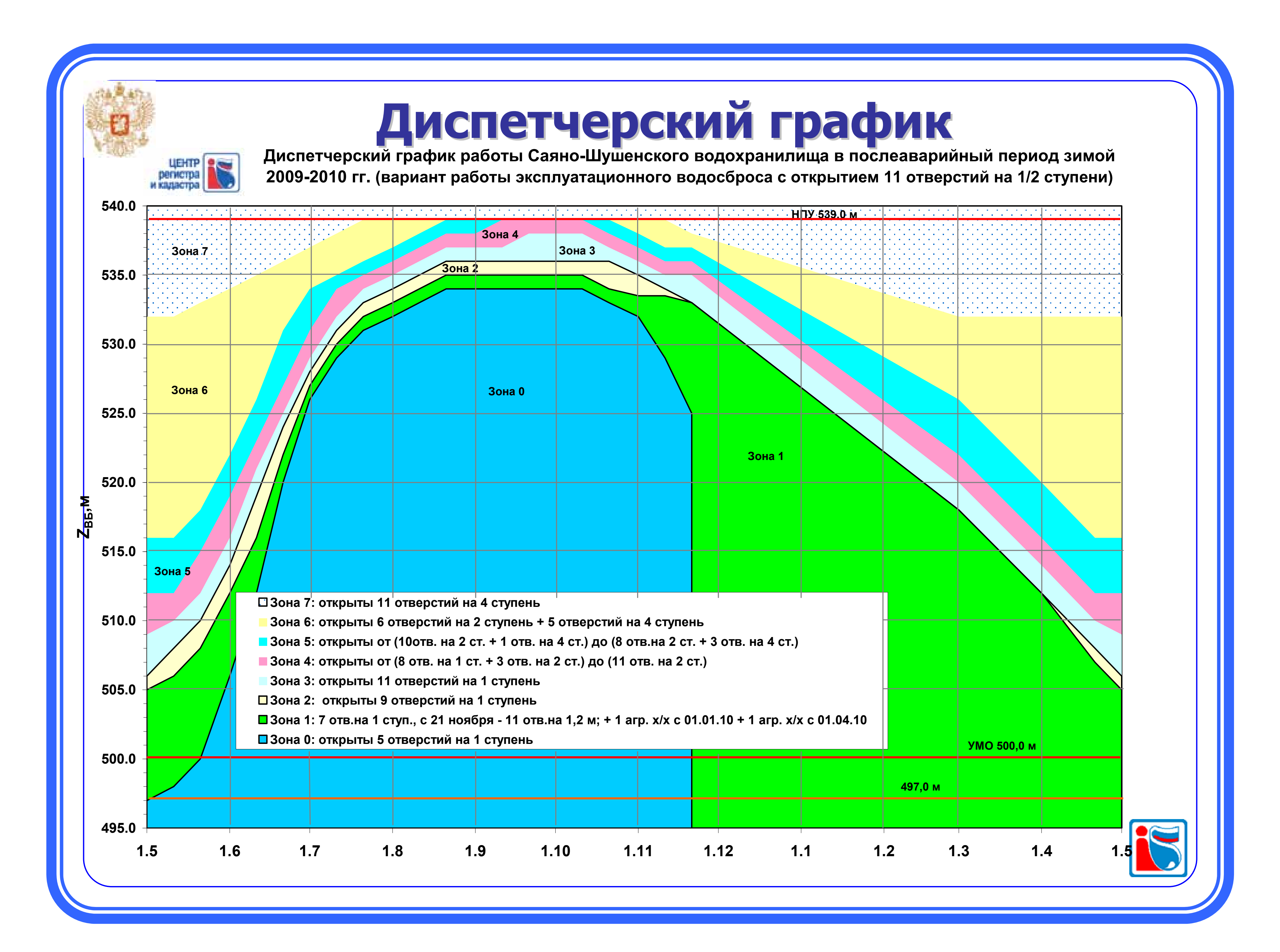
ДЛЯ ЗИМНИХ УСЛОВИЙ ОПТИМАЛЬНОЙ ЯВЛЯЕТСЯ СХЕМА РАБОТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВОДОСБРОСА ВСЕМИ 11 ОТВЕРСТИЯМИ С ОТКРЫТИЕМ ЗАТВОРОВ НА ½ СТУПЕНИ (1,2 м)





Работа эксплуатационного водосброса всеми 11 секциями




Диспетчерский график
ЦЕНТР регистра и кадастра
Диспетчерский график работы Саяно-Шушенского водохранилища в послеаварийный период зимой 2009-2010 гг. (вариант работы эксплуатационного водосброса с открытием 11 отверстий на 1/2 ступени)
НПУ 539.0 м
Зона 7
Зона 6
Зона 5
Зона 4
Зона 3
Зона 2
Зона 0
Зона 1
УМО 500,0 м
497,0 м
Zвб,м
540.0
535.0
530.0
525.0
520.0
515.0
510.0
505.0
500.0
495.0
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
1.10
1.11
1.12
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
Зона 7: открыты 11 отверстий на 4 ступень
Зона 6: открыты 6 отверстий на 2 ступень + 5 отверстий на 4 ступень
Зона 5: открыты от (10отв. на 2 ст. + 1 отв. на 4 ст.) до (8 отв.на 2 ст. + 3 отв. на 4 ст.)
Зона 4: открыты от (8 отв. на 1 ст. + 3 отв. на 2 ст.) до (11 отв. на 2 ст.)
Зона 3: открыты 11 отверстий на 1 ступень
Зона 2: открыты 9 отверстий на 1 ступень
Зона 1: 7 отв.на 1 ступ., с 21 ноября - 11 отв.на 1,2 м; + 1 агр. х/х с 01.01.10 + 1 агр. х/х с 01.04.10
Зона 0: открыты 5 отверстий на 1 ступень



РАСЧЕТЫ РЕЖИМА РАБОТЫ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ГИДРОУЗЛА (В ПЕРИОД НОЯБРЬ 2009 – АПРЕЛЬ 2010)

Параметры:

с 1 по 10 ноября - 2000-2100 куб.м/с (открыты 11 секций водосброса на 1 ступень);

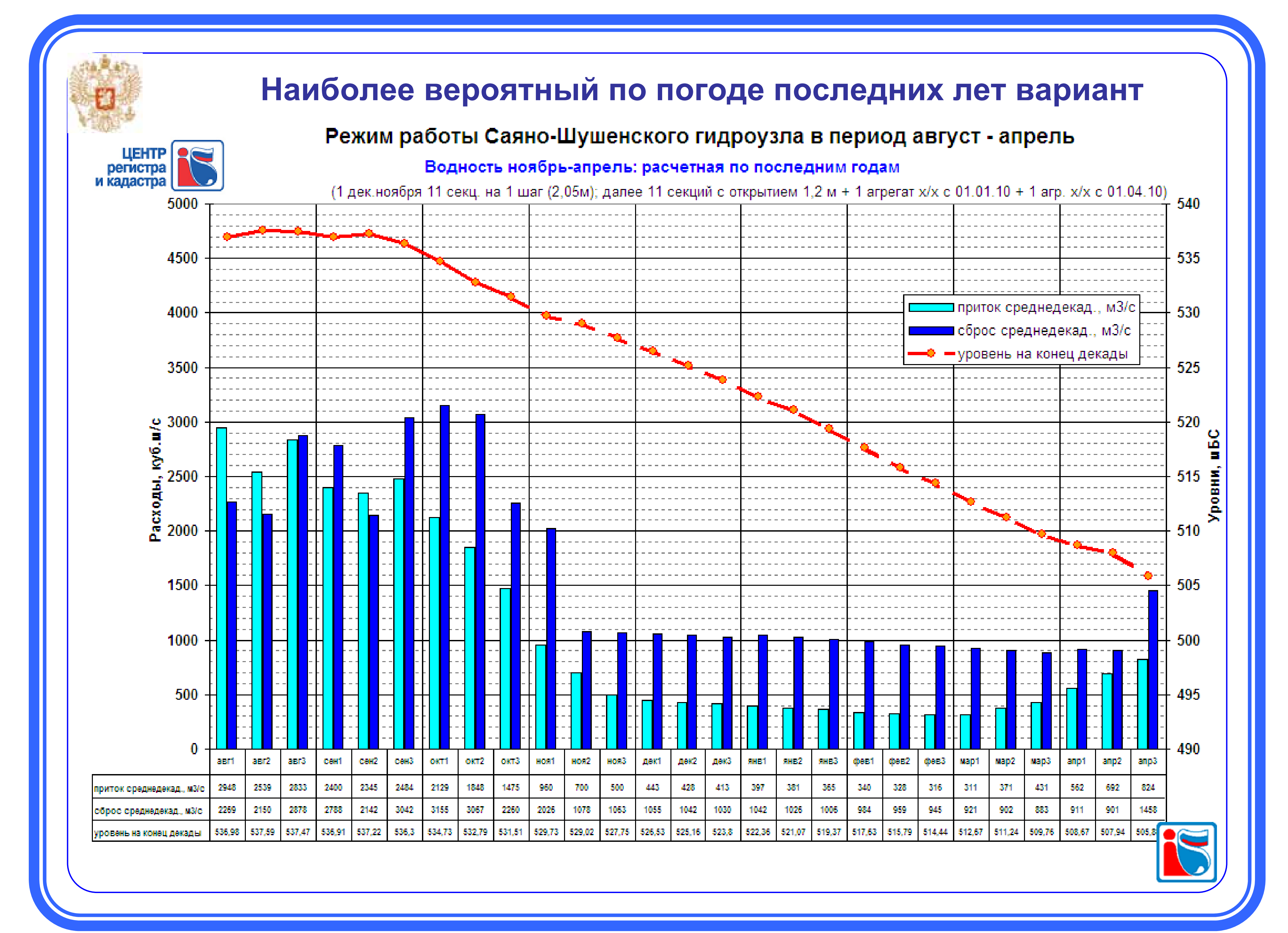
с 11 ноября - постоянное открытие 11 секций водосброса на ½ ступени;

с 1 января – дополнительно работа на холостом ходу агрегата №6 (+40 куб.м/с);

с 1 апреля – дополнительно работа на холостом ходу агрегата №5 (+80 куб.м/с)

при превышении на 11 апреля отметки 511 м, или на 21 апреля отметки 507 м – открытие 11 секций водосброса на 1 ступень.





	авг1	авг2	авг3	сен1	сен2	сен3	окт1	окт2	окт3	ноя1	ноя2	ноя3
приток среднедекад., м3/с	2948	2539	2833	2400	2345	2484	2129	1848	1475	960	700	500
сброс среднедекад., м3/с	2269	2150	2878	2788	2142	3042	3155	3067	2260	2026	1078	1063
уровень на конец декады	536,98	537,59	537,47	536,91	537,22	536,3	534,73	532,79	531,51	529,73	529,02	527,75

	дек1	дек2	дек3	янв1	янв2	янв3	фев1	фев2	фев3	мар1	мар2	мар3	апр1	апр2	апр3
приток среднедекад., м3/с	443	428	413	397	381	365	340	328	316	311	371	431	562	692	824
сброс среднедекад., м3/с	1055	1042	1030	1042	1026	1006	984	959	945	921	902	883	911	901	1458
уровень на конец декады	526,53	525,16	523,8	522,36	521,07	519,37	517,63	515,79	514,44	512,67	511,24	509,76	508,67	507,94	505,8



ЦЕНТР
регистра
и кадастра

Наиболее многоводный за 107 лет вариант

Режим работы Саяно-Шушенского гидроузла в период август - апрель

Водность ноябрь-апрель: по 2006-2007 г.

(1 дек.ноября 11 секц. на 1 шаг (2,05м); далее 11 секций с открытием 1,2 м + 1 агрегат х/х с 01.01.10 + 1 агр. х/х с 01.04.10)

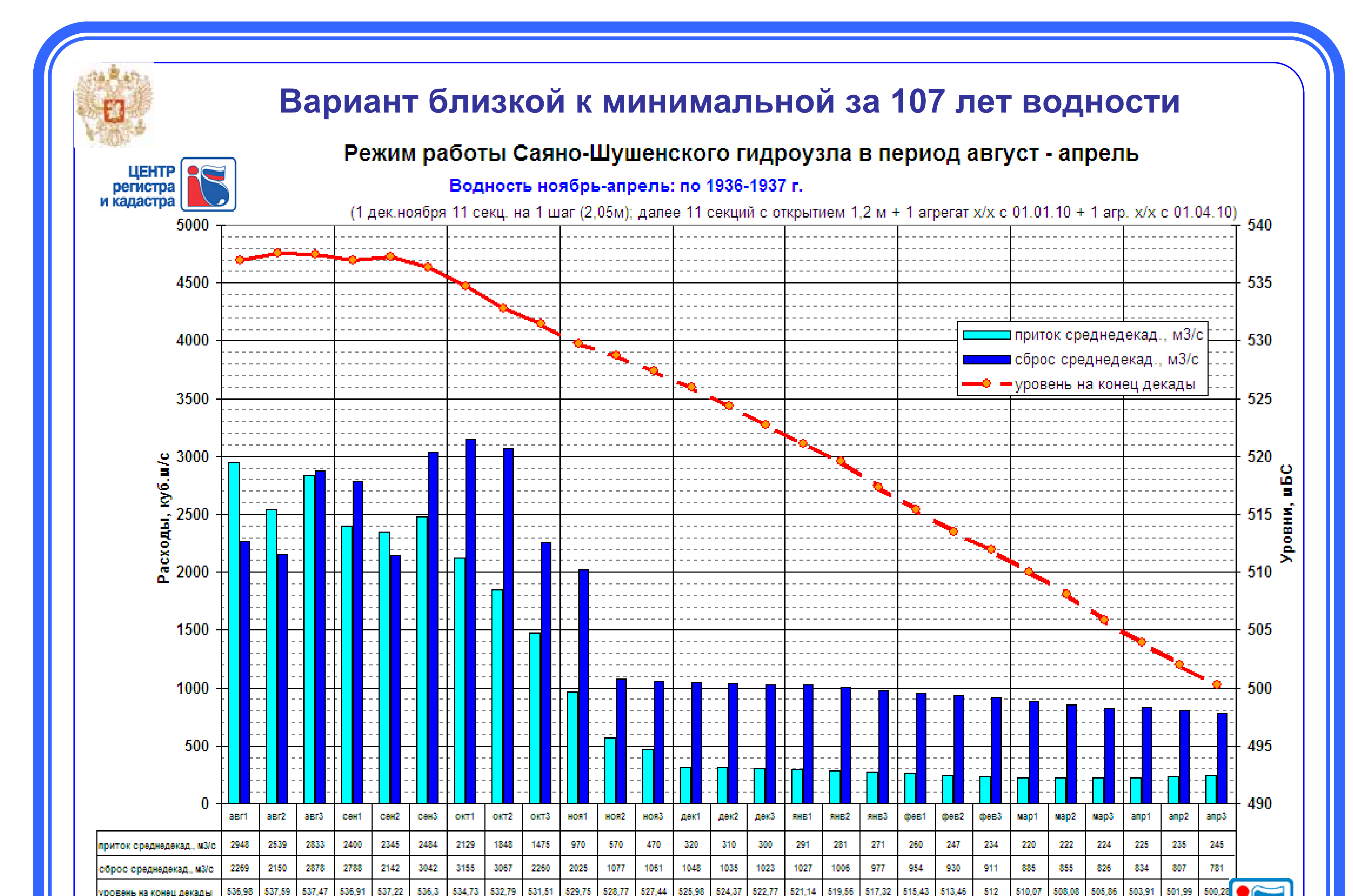
Расходы, куб.м/с — Уровни, мБС

приток среднедекад., м3/с
сброс среднедекад., м3/с
уровень на конец декады

	авг1	авг2	авг3	сен1	сен2	сен3	окт1	окт2	окт3	ноя1	ноя2	ноя3
приток среднедекад., м3/с	2948	2539	2833	2400	2345	2484	2129	1848	1475	916	766	616
сброс среднедекад., м3/с	2269	2150	2878	2788	2142	3042	3155	3067	2260	2027	1079	1068
уровень на конец декады	536,98	537,59	537,47	536,91	537,22	536,3	534,73	532,79	531,51	529,63	529,06	528,02

	дек1	дек2	дек3	янв1	янв2	янв3	фев1	фев2	фев3	мар1	мар2	мар3	апр1	апр2	апр3
приток среднедекад., м3/с	552	482	412	452	492	532	487	437	387	405	425	445	750	1070	1390
сброс среднедекад., м3/с	1059	1050	1037	1049	1038	1023	1008	989	976	955	936	918	953	1652	1629
уровень на конец декады	527,03	525,75	524,37	523,04	521,96	520,75	519,61	518	516,74	515,14	513,76	512,25	511,73	510,01	509,32

Вариант близкой к минимальной за 107 лет водности



	авг1	авг2	авг3	сен1	сен2	сен3	окт1	окт2	окт3	ноя1	ноя2	ноя3
приток среднедекад., м3/с	2948	2539	2833	2400	2345	2484	2129	1848	1475	970	570	470
сброс среднедекад., м3/с	2269	2150	2878	2788	2142	3042	3155	3067	2260	2025	1077	1061
уровень на конец декады	536,98	537,59	537,47	536,91	537,22	536,3	534,73	532,79	531,51	529,75	528,77	527,44

	дек1	дек2	дек3	янв1	янв2	янв3	фев1	фев2	фев3	мар1	мар2	мар3	апр1	апр2	апр3
приток среднедекад., м3/с	320	310	300	291	281	271	260	247	234	220	222	224	225	235	245
сброс среднедекад., м3/с	1048	1035	1023	1027	1006	977	954	930	911	885	855	826	834	807	781
уровень на конец декады	525,98	524,37	522,77	521,14	519,56	517,32	515,43	513,46	512	510,07	508,08	505,86	503,91	501,99	500,28



ВЫВОДЫ

РАСЧЕТНЫЙ РЕЖИМ ОБЕСПЕЧИВАЕТ :

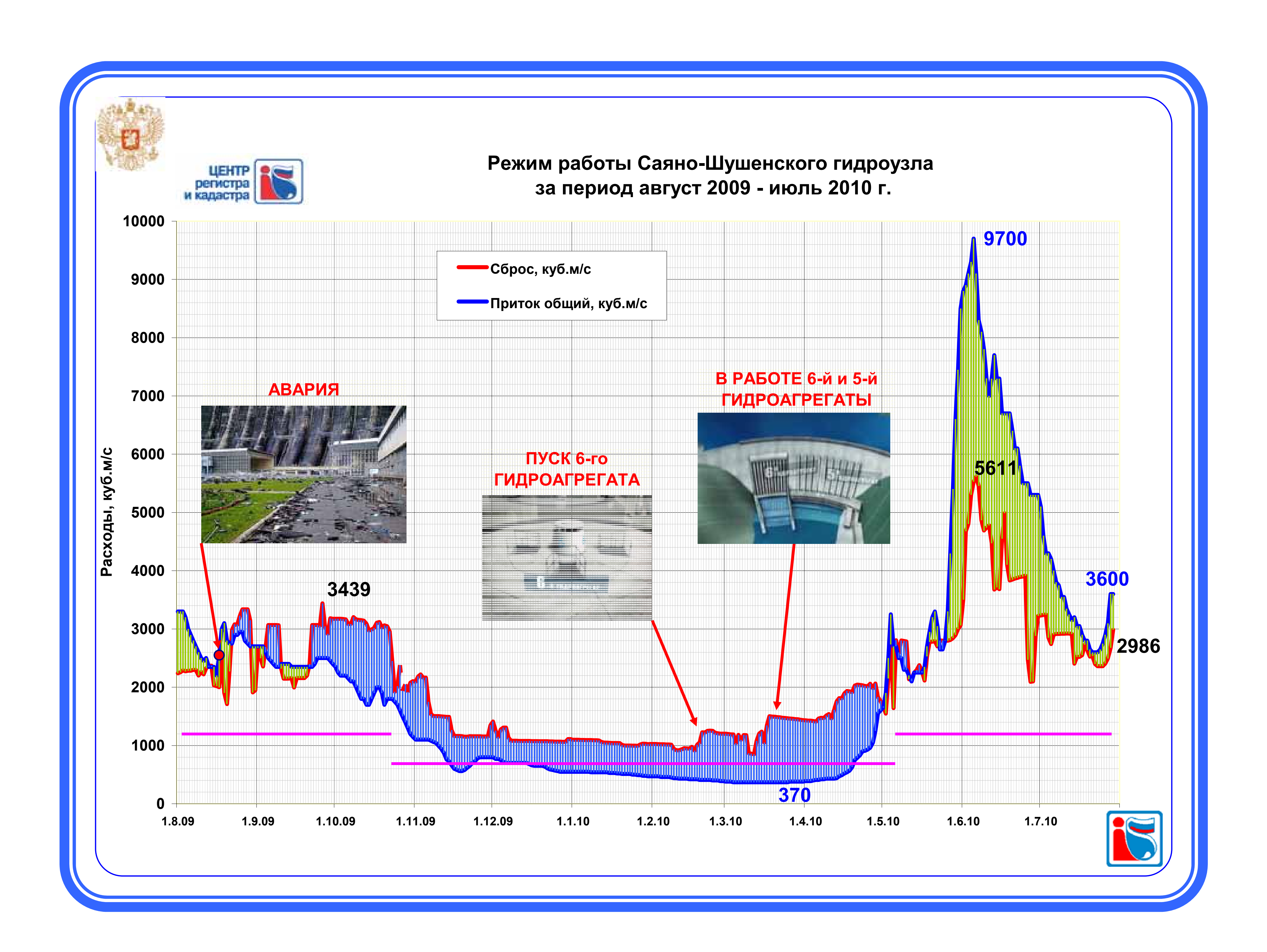
1. ОТСУТСТВИЕ УГРОЗЫ ЗАТОПЛЕНИЙ НИЖЕ МАЙНСКОГО ГИДРОУЗЛА ПО ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКЕ (РАСХОД **МЕНЕЕ 1200 КУБ.М/С**);
2. ПОДДЕРЖАНИЕ САНИТАРНЫХ РАСХОДОВ НИЖЕ МАЙНСКОГО ГИДРОУЗЛА ДО НАЧАЛА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ 2010 ГОДА (РАСХОД **НЕ МЕНЕЕ 700 КУБ.М/С**);
3. СРАБОТКУ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА К НАЧАЛУ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ ДО ОТМЕТОК, ПОЗВОЛЯЮЩИХ БЕЗОПАСНЫЙ ЕГО ПРОПУСК (**500-506 мБС**)

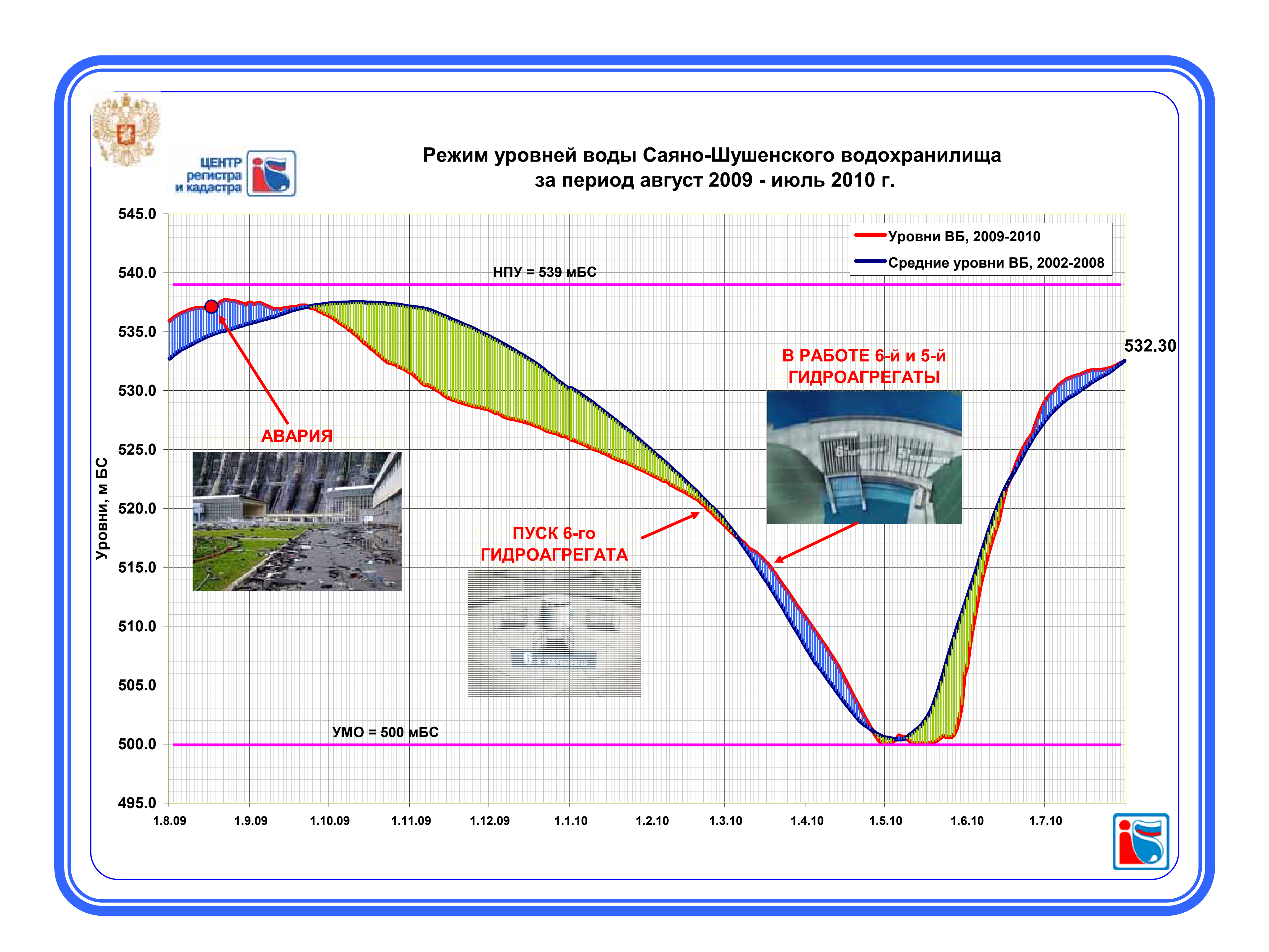




Состояние и работа эксплуатационного водосброса на 02.11.2009 20ч.15м. местного времени (t воздуха +6ºС)

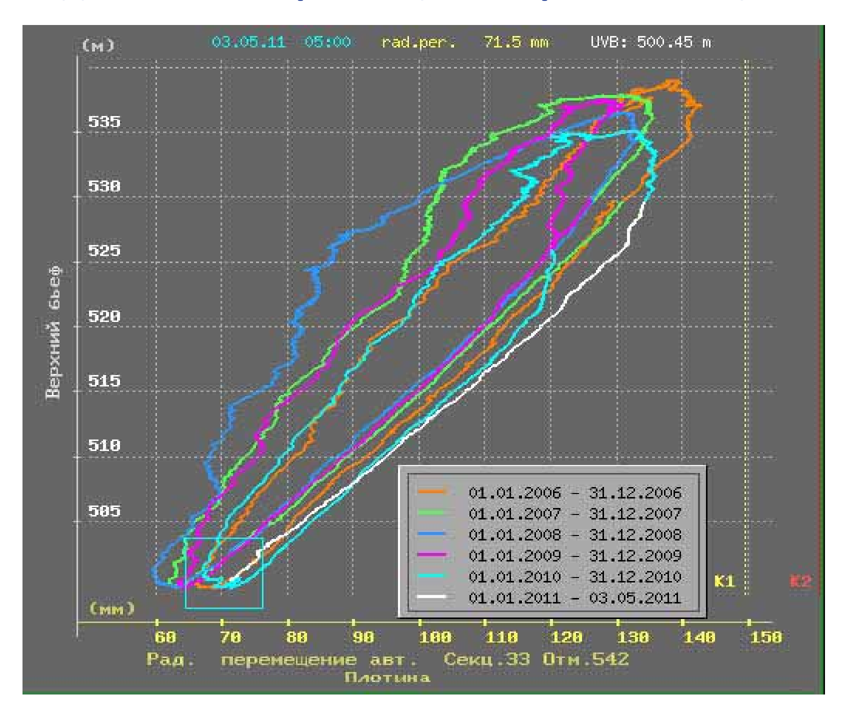



ЦЕНТР
регистра
и кадастра
Режим работы Саяно-Шушенского гидроузла
за период август 2009 - июль 2010 г.
Сброс, куб.м/с
Приток общий, куб.м/с
Расходы, куб.м/с
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1.8.09
1.9.09
1.10.09
1.11.09
1.12.09
1.1.10
1.2.10
1.3.10
1.4.10
1.5.10
1.6.10
1.7.10
АВАРИЯ
3439
ПУСК 6-го
ГИДРОАГРЕГАТА
В РАБОТЕ 6-й и 5-й
ГИДРОАГРЕГАТЫ
370
9700
5611
3600
2986

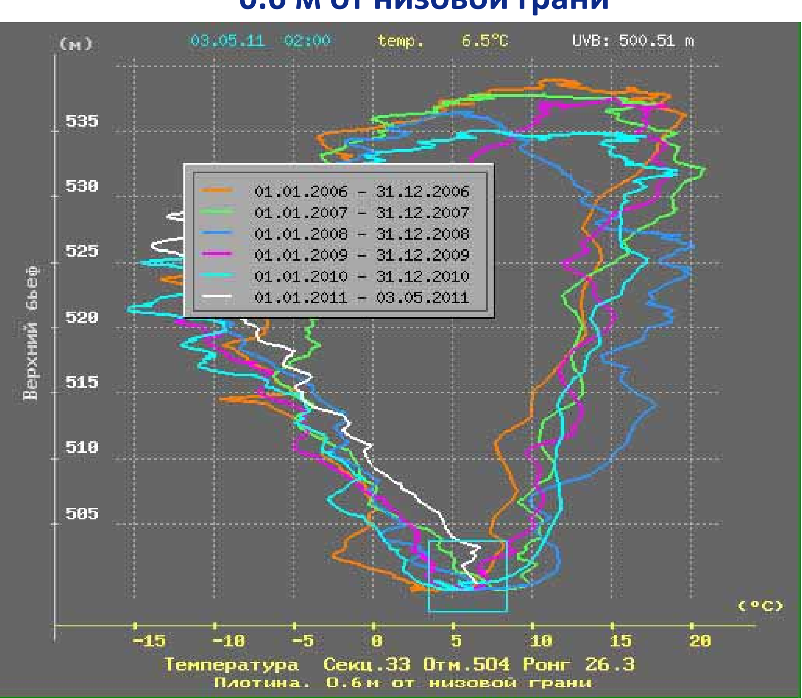

ЦЕНТР
регистра
и кадастра
Режим уровней воды Саяно-Шушенского водохранилища
за период август 2009 - июль 2010 г.
Уровни ВБ, 2009-2010
Средние уровни ВБ, 2002-2008
НПУ = 539 мБС
УМО = 500 мБС
АВАРИЯ
ПУСК 6-го
ГИДРОАГРЕГАТА
В РАБОТЕ 6-й и 5-й
ГИДРОАГРЕГАТЫ
532.30
Уровни, м БС
545.0
540.0
535.0
530.0
525.0
520.0
515.0
510.0
505.0
500.0
495.0
1.8.09
1.9.09
1.10.09
1.11.09
1.12.09
1.1.10
1.2.10
1.3.10
1.4.10
1.5.10
1.6.10
1.7.10

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЖИМ СБРОСОВ

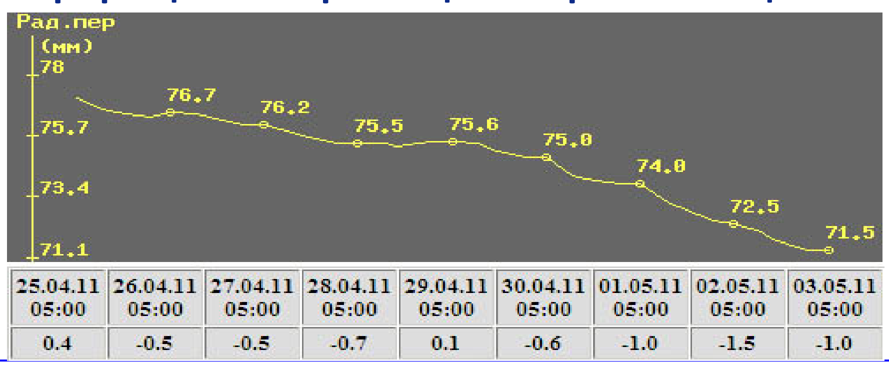
Радиальное перемещение гребня секции 33



Температура бетона секции 33 на отм. 504м в 0.6 м от низовой грани



Приращения перемещений гребня секции 33 за 10 дней



25.04.11 05:00	26.04.11 05:00	27.04.11 05:00	28.04.11 05:00	29.04.11 05:00	30.04.11 05:00	01.05.11 05:00	02.05.11 05:00	03.05.11 05:00
0.4	-0.5	-0.5	-0.7	0.1	-0.6	-1.0	-1.5	-1.0

Перемещение гребня секции 33 на 03.05.2011г. составило 71.5 мм, что меньше значения 2010 г. на 2.1 мм и больше 2006 г. на 0.9 мм

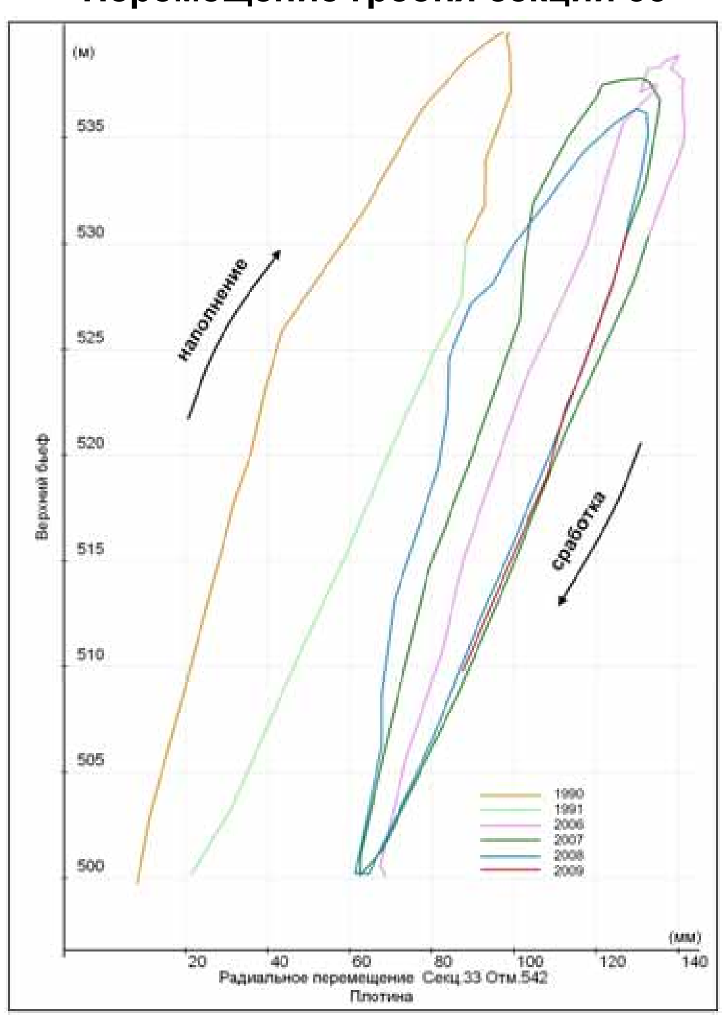




ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЖИМ СБРОСОВ

Необратимые перемещения гребня плотины за период нормальной эксплуатации

Перемещение гребня секции 33



Необратимые радиальные перемещения гребня плотины по годам , мм

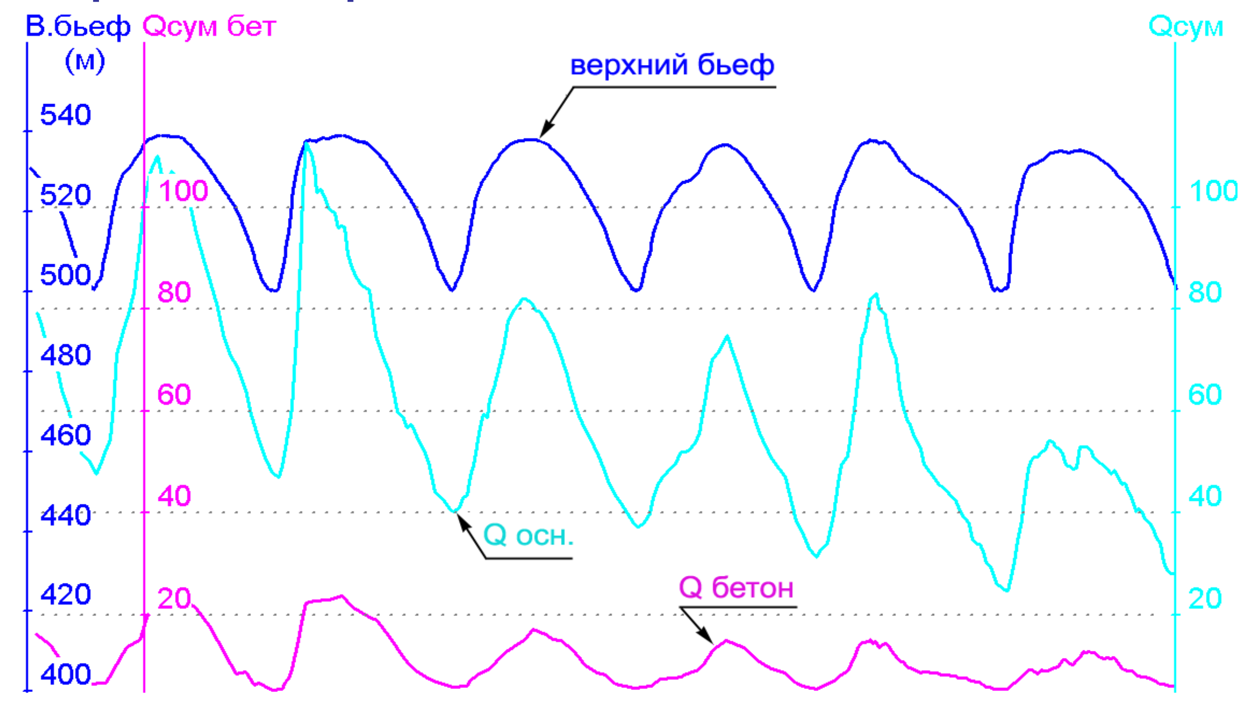
Год	Секции				
	18	25	33	39	45
1990	10.2	13.6	15.0	12.8	9.9
1991	5.8	6.9	8.5	7.5	6.4
1992	8.7	4.3	4.0	3.6	3.7
1993	4.7	6.2	5.1	5.0	4.3
1994	-	-	-	-	-
1995	0.6	1.1	1.0	-	0.2
1996	3.6	8.3	10.9	7.1	4.4
1997	-	0.4	0.6	1.4	1.1
1998	-	-	-	-	-
1999	2.5	4.6	3.7	3.8	0.7
2000	2.2	4.2	4.4	3.4	1.5
2001	-	-	-	-	-
2002	1.2	1.5	-	-	-
2003	3.4	4.3	3.6	2.6	1.3
2004	1.3	1.7	1.2	1.1	1.4
2005	0.7	0.5	1.1	0.5	0.4
2006	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-
сумма 90-09	45	58	59	49	35





ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЖИМ СБРОСОВ

Фильтрационный режим в основании и бетоне плотины



УВБ, м	502.58 м						
Дата	16.04.05	14.04.06	18.04.07	20.04.08	15.04.09	22.04.10	28.04.11
Qсум через основание и береговые примыкания, л/с	51.3	52.0	41.8	39.8	34.3	29.1	27.8
Qсум через бетон напорного фронта, л/с	6.0	5.9	5.9	5.6	5.6	5.5	5.7

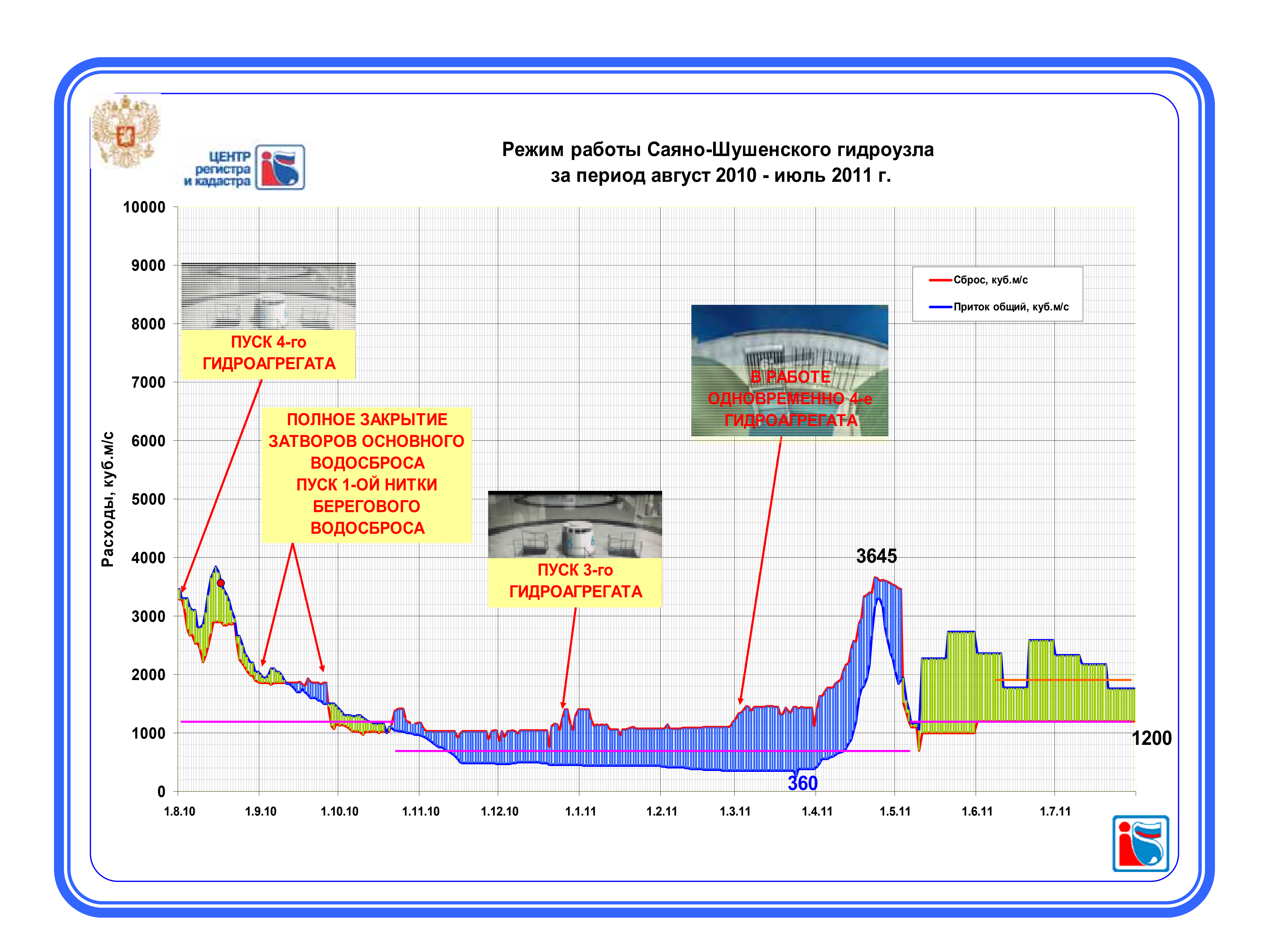




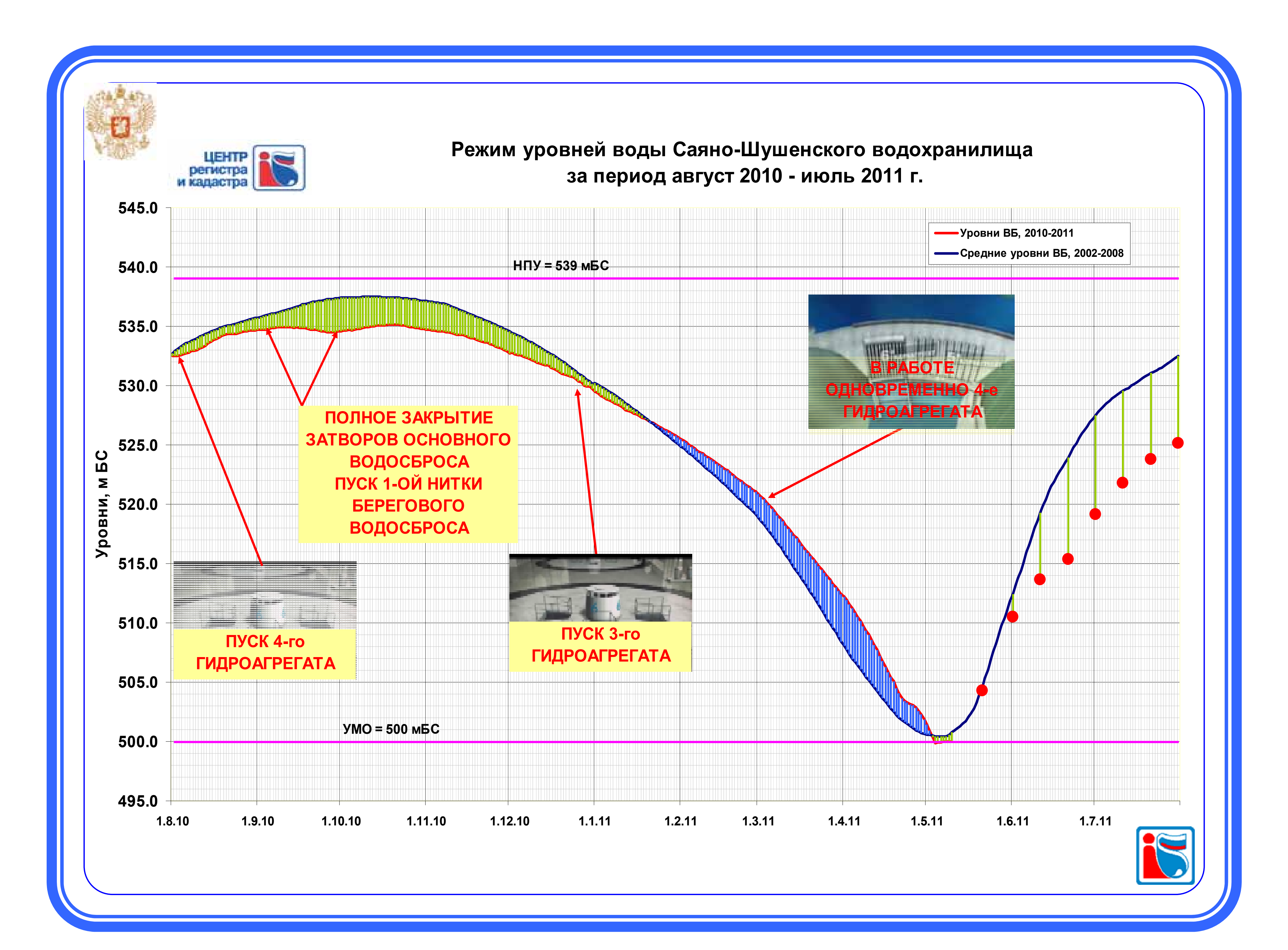
ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЖИМ СБРОСОВ

Изменение контрольных показателей состояния плотины за период наполнения-сработки 2010-2011 гг.





ЦЕНТР регистра и кадастра
Режим работы Саяно-Шушенского гидроузла
за период август 2010 - июль 2011 г.
Расходы, куб.м/с
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1.8.10
1.9.10
1.10.10
1.11.10
1.12.10
1.1.11
1.2.11
1.3.11
1.4.11
1.5.11
1.6.11
1.7.11
Сброс, куб.м/с
Приток общий, куб.м/с
ПУСК 4-го ГИДРОАГРЕГАТА
ПОЛНОЕ ЗАКРЫТИЕ ЗАТВОРОВ ОСНОВНОГО ВОДОСБРОСА
ПУСК 1-ОЙ НИТКИ БЕРЕГОВОГО ВОДОСБРОСА
ПУСК 3-го ГИДРОАГРЕГАТА
В РАБОТЕ ОДНОВРЕМЕННО 4-е ГИДРОАГРЕГАТА
3645
360
1200


ЦЕНТР
регистра
и кадастра
Режим уровней воды Саяно-Шушенского водохранилища
за период август 2010 - июль 2011 г.
Уровни ВБ, 2010-2011
Средние уровни ВБ, 2002-2008
НПУ = 539 мБС
УМО = 500 мБС
Уровни, м БС
545.0
540.0
535.0
530.0
525.0
520.0
515.0
510.0
505.0
500.0
495.0
1.8.10
1.9.10
1.10.10
1.11.10
1.12.10
1.1.11
1.2.11
1.3.11
1.4.11
1.5.11
1.6.11
1.7.11
ПОЛНОЕ ЗАКРЫТИЕ ЗАТВОРОВ ОСНОВНОГО ВОДОСБРОСА ПУСК 1-ОЙ НИТКИ БЕРЕГОВОГО ВОДОСБРОСА
ПУСК 4-го ГИДРОАГРЕГАТА
ПУСК 3-го ГИДРОАГРЕГАТА
В РАБОТЕ ОДНОВРЕМЕННО 4-е ГИДРОАГРЕГАТА



ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЖИМ СБРОСОВ

Критериальные значения диагностических показателей в сравнении с натурными данными на 03.05.2011

Наименование показателя	Ед. изм.	Критерии		Значения, измеренные при УВБ 503.03-500.45 м		
		K_1	K_2	2006г.	2010г.	2011г.
Радиальное перемещение гребня секции 33	мм	149.7	161.8	70.6	73.6	71.5
Консольные напряжения на низовой грани секции 45, отм.322м, РОНГ 104м, роз. 20	МПа	-15.1	-16.7	-6.8	-8.9	-8.5
Арочные напряжения: Секция 33, отм.534 м Верховая грань, роз.174	МПа	-15.1	-16.7	-2.9	-3.2	-4.2
Секция 33, отм.504 м						
Верховая грань, роз.151				-3.1	-3.4	-4.1
Низовая грань, роз.155				-2.9	-3.3	-4.2
Qсум. через основание и береговые примыкания	л/с	350	450	52.0	29.1	27.8
Qсум. через бетон напорного фронта	л/с	40	300	5.9	5.5	5.7



РЕЖИМ РАБОТЫ ЗА ВЕСЬ ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ ПЕРИОД



Режим работы Саяно-Шушенского водохранилища с августа 2009 по май 2011 г.



ВЫВОДЫ

1. НЕДОПУСТИМЫ НИКАКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ УСТАНОВЛЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГТС И ИХ ОБОРУДОВАНИЯ В ТОМ ЧИСЛЕ И ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ НАГРУЗОК ГЭС;
2. НЕОБХОДИМО ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВСЕХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ГИДРОУЗЛОВ СИСТЕМАМИ ПОСТОЯННОГО МОНИТОРИНГА ИХ СОСТОЯНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ОПЕРАТИВНО ОЦЕНИВАТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ И ИХ ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС;
3. ДЛЯ КРУПНЫХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ С ВОДОХРАНИЛИЩАМИ ДОЛЖЕН ИМЕТЬ МЕСТО КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ ПРОСЧИТЫВАТЬ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВХС В ЛЮБЫХ УСЛОВИЯХ;
4. ВСЕ ВЫСОКОНАПОРНЫЕ ГИДРОУЗЛЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОБОРУДОВАНЫ ВОДОСБРОСНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИМИ В ЛЮБЫХ ВОЗМОЖНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (ДОННЫЕ ВОДОВЫПУСКИ).





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

